

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

EXPRESS MAIL NO. EV 327 136 098 US

DATE OF DEPOSIT 4/5/03

Our File No. 9281-4691

Client No. N US02173

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
Kyosuke Ozaki et al.)
Serial No. To be Assigned)
Filing Date: Herewith)
For Surface Acoustic Wave Device)
Suitable for Use in GHz Band)

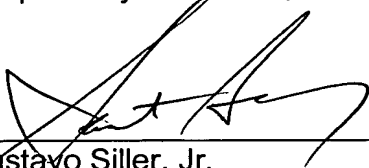
SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of priority document Japanese Patent Application No. 2002-327982, filed November 12, 2002 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted,



Gustavo Siller, Jr.
Registration No. 32,305
Attorney for Applicants

BRINKS HOFER GILSON & LIONE
P.O. BOX 10395
CHICAGO, ILLINOIS 60610
(312) 321-4200

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月12日
Date of Application:

出願番号 特願2002-327982
Application Number:

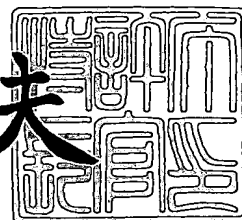
[ST. 10/C]: [JP 2002-327982]

出願人 アルプス電気株式会社
Applicant(s):

2003年 8月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 021232AL

【提出日】 平成14年11月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H03H 9/145

【発明の名称】 弾性表面波素子

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社
社内

【氏名】 尾崎 恭輔

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社
社内

【氏名】 和賀 聡

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社
社内

【氏名】 藤本 晴彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社
社内

【氏名】 佐藤 崇

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社
社内

【氏名】 松尾 裕

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社
社内

【氏名】 池田 剛

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社
社内

【氏名】 金子 一明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社
社内

【氏名】 工藤 拓夫

【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【代表者】 片岡 政隆

【代理人】

【識別番号】 100085453

【弁理士】

【氏名又は名称】 野▲崎▼ 照夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100121049

【弁理士】

【氏名又は名称】 三輪 正義

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041070

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 弾性表面波素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電基板と、前記圧電基板表面に表面波を励起する電極部、並びに前記表面波を反射させる反射器を有する弾性表面波素子において、

前記電極部は、くし歯状電極部及び前記くし歯状電極部に接続された接続電極部を有しており、前記くし歯状電極部は、薄膜形成された Cu または Cu 合金からなる層を有し、前記表面波の波長を λ 、前記くし歯状電極部の膜厚を H としたとき、前記くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ が 0.045 以上で 0.070 以下であり、前記圧電基板は、X 軸を中心とする Y 軸から Z 軸方向への回転切断角度 θ が、 52.0° 以上で 58.0° 以下の回転 Y カット LiTaO₃ 基板であり、前記圧電基板の X 軸方向に前記表面波が伝搬されることを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項 2】 前記くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ が 0.050 以上で 0.065 以下であり、前記圧電基板は、X 軸を中心とする Y 軸から Z 軸方向への回転切断角度 θ が、 52.4° 以上で 58.0° 以下の回転 Y カット LiTaO₃ 基板である請求項 1 記載の弾性表面波素子。

【請求項 3】 圧電基板と、前記圧電基板表面に表面波を励起する電極部、並びに前記表面波を反射させる反射器を有する弾性表面波素子において、

前記電極部はくし歯状電極部及び前記くし歯状電極部に接続された接続電極部を有しており、前記くし歯状電極部は、薄膜形成された Cu または Cu 合金からなる層を有し、前記表面波の波長を λ 、前記くし歯状電極部の膜厚を H としたとき、前記くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ が 0.050 以上で 0.065 以下であり、前記圧電基板は、X 軸を中心とする Y 軸から Z 軸方向への回転切断角度 θ が、 50.0° 以上で 59.5° 以下の回転 Y カット LiTaO₃ 基板であり、前記圧電基板の X 軸方向に前記表面波が伝搬されることを特徴とする弾性表面波素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は高周波帯域における共振特性を向上させることのできる弾性表面波素子に関する。

【0002】**【従来の技術】**

弾性表面波素子は機械的振動エネルギーが固体表面付近にのみ集中して伝搬する弾性表面波を利用した電子部品であり、フィルタ、共振器またはデュプレクサなどを構成するために用いられる。

【0003】

近年、携帯電話などの移動体通信端末の小型化及び軽量化が急速に進んでおり、これらの移動体通信端末に実装される電子部品の小型化が要求されている。

【0004】

弾性表面波素子は、圧電基板の表面上に、導電性で比重の小さい材料からなる一対のくし歯状電極（IDT（インタディジタルトランスデューサ）電極）を対向させ、それぞれのくし歯部を互い違いに並べる構成を有している。このような単純な構造を有する弾性表面波素子は移動体通信端末に実装されるフィルタ、共振器またはデュプレクサを小型化するために非常に適した素子である。

【0005】

従来の弾性表面波素子では、表面波の励振効率が高く、また高周波帯域において表面波の伝搬損失が小さい圧電基板材料として、LiTaO₃単結晶の36°回転Yカット板を表面波の伝搬方向がX方向になるようにして用いていた。

【0006】

表面波の周波数が数百MHz以下の帯域のとき、LiTaO₃単結晶の36°回転Yカット板を用いた圧電基板によって形成された弾性表面波素子は、表面波の励振効率が高く、またこのような高周波帯域において表面波の伝搬損失が小さいものである。

【0007】

しかし、近年、携帯電話などでGHz帯域の動作が必要とされるようになると、LiTaO₃単結晶の36°回転Yカット板を用いた圧電基板によって形成さ

れた弾性表面波素子が必ずしも最適なものではないことが分かってきた。

【0008】

GHz帯域での動作になると、電極膜厚を増加させることにより、みかけ上の電気機械結合係数を増大させ、フィルタの広帯域化が可能であるが、電極から基板内部に向かって放射されるバルク波が増大し、表面波の伝搬損失が増大することが、特許文献1に記載されている。すなわち、GHz帯域での動作では、電極の付加質量の効果が顕著に現れることが記載されている。

【0009】

また、特許文献1には、GHz帯域では、電極の付加質量の効果が現れるため、弾性表面波素子の伝搬損失を最小にするために、圧電基板の材料として用いられるLiTaO₃単結晶のカット角 θ を36°より大きく、具体的には39°～46°にするとよいことが示されている。

【0010】

また、従来の弾性表面波素子のくし歯状電極部の材料には、導電性でかつ比重の小さなAlまたはAlを主成分とする合金が一般的に用いられてきた。

【0011】

しかし、弾性表面波素子を、例えば、送信増幅器の後段に位置し、大きな電力が印加されるRF部（高周波部）のアンテナデュプレクサとして用いるためには、高い耐電力性が要求される。さらに、移動体通信端末の高周波化に伴い、弾性表面波素子の動作周波数を数百MHzから数GHzにすることも要求されている。

【0012】

そこで、くし歯状電極部をAlまたはAlを主成分とする合金によって形成する代わりに、CuまたはCuを主成分とする合金によって形成することも提案されている。

【0013】

例えば、特許文献2には、低抵抗でかつストレスマイグレーション耐性の高いCuまたはCuを主成分とする合金によって、弾性表面波素子のくし型電極部を形成することが記載されている。

【0014】

【特許文献1】

特開 2001-251157 号公報（第 4 頁、第 7 図、第 8 図、第 5 頁、第 12 図、第 6 頁）

【特許文献2】

特開 2002-26685 号公報（第 3 頁、第 1 図）

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、実際に弾性表面波素子を形成して、圧電基板の材料として用いられる LiTaO_3 単結晶のカット角 θ と最小挿入損失との関係を調べた結果は、特許文献 1 の図 8 及びその説明である明細書の段落（0035）、（0036）に記載されているだけである。この結果は、特許文献 1 の図 7 に示された弾性表面波フィルタを用いて得られたものであり、櫛型電極の膜厚を励振される弾性表面波の 10% に相当する約 $0.4 \mu\text{m}$ に固定した場合の結果である。

【0016】

また、特許文献 1 では、電極膜厚と弾性表面波フィルタの伝搬損失との関係を図 12 及びその説明である明細書の段落（0046）、（0047）に示している。しかし、図 12 の結果は櫛型電極を Al あるいは $\text{Al}-1\% \text{Cu}$ 合金を用いて形成した条件下における伝搬損失の計算値であって、実験値ではない。

【0017】

また、特許文献 1 の段落（0050）には櫛型電極を Cu を用いて形成するときの好ましい電極膜厚の範囲が記載されている。しかし、特許文献 1 には、この膜厚範囲を規定した根拠となる実験値、或は計算値のいずれも記載されていない。

【0018】

すなわち、これまで、圧電基板の材料として LiTaO_3 単結晶を用い、電極の材料に Cu または Cu 合金を用いた弾性表面波素子を形成する際、優れた特性を得るための、 LiTaO_3 単結晶のカット角 θ と電極膜厚の関係を求めることは可能になっていなかった。

【0019】

本発明は、上記従来の課題を解決するためのものであり、実際に形成された弾性表面波素子の共振特性を測定することによって特定された所定の値のカット角の LiTaO_3 単結晶からなる圧電基板と、所定の値の規格化膜厚の電極を有することにより、挿入損失を抑制しつつ、GHz 帯域における共振特性を従来よりも向上させることのできる弾性表面波素子を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明は、圧電基板と、前記圧電基板表面に表面波を励起する電極部、並びに前記表面波を反射させる反射器を有する弾性表面波素子において、

前記電極部は、くし歯状電極部及び前記くし歯状電極部に接続された接続電極部を有しており、前記くし歯状電極部は、薄膜形成された Cu または Cu 合金からなる層を有し、前記表面波の波長を λ 、前記くし歯状電極部の膜厚を H としたとき、前記くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ が 0.045 以上で 0.070 以下であり、前記圧電基板は、X 軸を中心とする Y 軸から Z 軸方向への回転切断角度 θ が、 52.0° 以上で 58.0° 以下の回転 Y カット LiTaO_3 基板であって、前記圧電基板の X 軸方向に前記表面波が伝搬されることを特徴とするものである。

【0021】

本発明における、くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ と前記圧電基板の回転切断角度 θ の値は、弾性表面波素子の反射係数 S_{11} の値を評価基準として求められている。

【0022】

反射係数 S_{11} は、弾性表面波共振器の信号入力電極と接地電極との間に信号を印加したときの入射電圧に対する反射電圧の比で求められ、理想的な共振器の場合、反共振周波数において反射係数 S_{11} は 1 となる。これは、反共振周波数において、インピーダンスが無限大となり、共振器の Q が無限大であることを意味するので、反射係数 S_{11} が 1 に近づくほど特性の優れた共振器になる。

【0023】

具体的には、反共振周波数の入力信号を弾性表面波素子に入力したときに、 S_{11} が 0.88 以上になるような、くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ の値と前記圧電基板の回転切断角度 θ の値を求め、本発明の弾性表面波素子を特定した。

【0024】

これにより、本発明の弾性表面波素子であれば、GHz 帯域の高周波信号において良好な共振特性を確実に発揮することができる。従って、本発明の弾性表面波素子を用いると、急峻な減衰特性を示すフィルタを形成することができる。

【0025】

また、本発明の弾性表面波素子はくし歯状電極部を Cu または Cu 合金を用いて形成している。従って、くし歯状電極部を微細化しても抵抗増加を抑えることができ、フィルターの挿入損失を小さくすることができる。また高周波化によって応力が増大した場合でも Cu 原子の移動が発生しづらく、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性を向上させることができる。

【0026】

さらに、本発明では、規格化膜厚 H/λ を 0.045 以上で 0.070 以下と厚くすることができるので、前記電極部における抵抗を小さくでき、弾性表面波素子の挿入損失を抑制することができる。

【0027】

なお、前記くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ を 0.050 以上で 0.065 以下とし、前記圧電基板を、X 軸を中心とする Y 軸から Z 軸方向への回転切断角度 θ が、 52.4° 以上で 58.0° 以下である回転 Y カット LiTaO₃ 基板にすると、反共振周波数の入力信号を入力したときに、 S_{11} が 0.90 以上を示し、GHz 帯域の高周波信号における共振特性がさらに良好になる弾性表面波素子を得ることができる。

【0028】

または、前記くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ を 0.050 以上で 0.065 以下とし、前記圧電基板を、X 軸を中心とする Y 軸から Z 軸方向への回転切断角度 θ が、 50.0° 以上で 59.5° 以下である回転 Y カット LiTaO₃ 基板として、前記圧電基板の X 軸方向に前記表面波が伝搬される弾性表面波素子を

形成しても、反共振周波数の入力信号を入力したときの S_{11} を0.88以上にすることができる。

【0029】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施の形態の弾性表面波素子を示す平面図である。

【0030】

符号11は弾性表面波素子を示しており、この弾性表面波素子は共振器としての機能を有している。

【0031】

符号12は、圧電基板を示している。本実施の形態では、圧電基板12はLiTaO₃によって形成されている。

【0032】

圧電基板12上に、くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14が形成されている。くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14には、それぞれ図示X3方向と逆方向に延びるくし歯部13a、及び図示X3方向に延びるくし歯部14aが形成されている。くし歯状電極部13のくし歯部13aとくし歯状電極部14のくし歯部14aは、所定の間隔をあけて図示X方向に互い違いに並べられている。

【0033】

また、くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14には、弾性表面波素子を外部の回路と接続するための接続電極部15、16が電氣的に接続されている。

【0034】

くし歯状電極部13と接続電極部15が電極部17を構成し、くし歯状電極部14と接続電極部16が電極部18を構成している。

【0035】

図1に示される実施の形態では、くし歯状電極部13のくし歯部13aとくし歯状電極部14のくし歯部14aは同じ幅寸法W1を有しており、間隔幅P1も一定の値である。また、くし歯部13aとくし歯部14aはL1の長さ寸法で交差している。なお、幅寸法W1は0.1 μ m以上で1.5 μ m以下、間隔幅P1

は $0.1\ \mu\text{m}$ 以上で $1.5\ \mu\text{m}$ 以下、長さ寸法 L_1 は $16\ \mu\text{m}$ 以上で $100\ \mu\text{m}$ 以下である。

【0036】

本実施の形態では、くし歯状電極部 13 及びくし歯状電極部 14 が、Cu または Cu 合金によって形成されている。なお、ここでいう Cu 合金とは、例えば、Cu 中に少量の Ag、Sn、C を含有する合金である。添加元素である Ag、Sn、C の含有量は、Cu 合金の比重が純粋な Cu の比重とほとんど同じになる範囲であればよい。具体的には、Cu 合金中の添加元素の質量%が 0.5 質量%以上 10.0 質量%以下であれば、この Cu 合金の比重は、純粋な Cu の比重とほとんど同じになる。

【0037】

さらに、くし歯状電極部 13 及びくし歯状電極部 14 の図示 X 方向と図示 X 方向の反対側に所定の距離をおいて、長形状の電極（ストリップ）19a が図示 X 方向に複数並べられた反射器 19、19 が形成されている。図 1 では、反射器 19 を構成する各電極の端部どうしは開放されている。ただし、反射器 19 を構成する各電極の端部どうしは、短絡されていてもよい。

【0038】

接続電極部 15、16 及び反射器 19、19 は、くし歯状電極部 13、14 と同じ材料で形成されてもよいし、Au など他の導電性材料によって形成されてもよい。

【0039】

なお、くし歯状電極部 13、14、接続電極部 15、16、反射器 19、19 はスパッタ法や蒸着法などの薄膜形成プロセス及びレジストフォトリソグラフィによるパターン形成によって形成される。また、くし歯状電極部 13、14 及び反射器 19、19 の下層に Ti などの下地膜が設けられてもよい。また、くし歯状電極部 13、14 及び反射器 19、19 の上層に Cr などからなる酸化防止のための保護層が形成されてもよい。

【0040】

弾性表面波素子 11 の接続電極部 15 または接続電極部 16 の一方を接地側と

し、もう一方から高周波信号を入力すると、圧電基板 12 の表面に表面波が励起され、この表面波が図示 X 方向及び図示 X 方向と反平行方向に進行する。前記表面波は反射器 19、19 によって反射されて、くし歯状電極部 13、14 に戻って来る。弾性表面波素子 11 は、共振周波数と反共振周波数を有しており、反共振周波数において最もインピーダンスが高くなる。

【0041】

図 2 に結晶軸 X、Y、Z を有する LiTaO₃ 単結晶を、結晶軸 X の回りで Y 軸から Z 軸方向に回転角 θ だけ傾けた角度で切り出した状態を示す。このような圧電基板を θ 回転 Y カット LiTaO₃ 基板という。なお、角度 θ のことを回転切断角度またはカット角と言い表す。

【0042】

本実施の形態の弾性表面波素子は、前記表面波の波長を λ 、前記くし歯状電極部の膜厚を H としたとき、前記くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ が 0.045 以上で 0.070 以下であり、前記圧電基板は、X 軸を中心とする Y 軸から Z 軸方向への回転切断角度 θ (カット角) が、52.0° 以上で 58.0° 以下の回転 Y カット LiTaO₃ 基板である。

【0043】

上記したように、GHz 帯域のような高周波領域では、くし歯状電極部 13、14 の膜厚 H が圧電基板 12 の表面に励起される表面波の波長に対して無視できなくなる。すなわち、くし歯状電極部 13、14 の付加質量効果が顕著に現れる。

【0044】

後述する実施例において実験的に証明するが、くし歯状電極部 13、14 の規格化膜厚 H/λ 及び回転 Y カット LiTaO₃ 基板の回転切断角度 (カット角) θ が上記範囲内であると、弾性表面波素子 11 の反共振周波数における反射係数 S_{11} が 0.88 以上になる。

【0045】

すなわち、反共振周波数における弾性表面波素子 11 の入力インピーダンスが大きくなり、表面波の減衰が少なく Q の高い共振器を形成することができる。従

って、弾性表面波素子 11 を用いることにより、急峻な減衰特性を示すフィルタを形成することができる。

【0046】

また、本発明の弾性表面波素子は、くし歯状電極部 13, 14 を Cu または Cu 合金を用いて形成している。従って、くし歯状電極部 13, 14 を微細化しても抵抗増加を抑えることができ、また高周波化によって応力が増大した場合でも Cu 原子の移動が発生しづらく、弾性表面波素子 11 のストレスマイグレーション耐性を向上させることができる。

【0047】

さらに、規格化膜厚 H/λ が 0.045 以上で 0.070 以下と厚くなっているため、くし歯状電極部 13, 14 における抵抗を小さくでき、弾性表面波素子 11 の挿入損失を抑制することができる。

【0048】

なお、くし歯状電極部 13, 14 の規格化膜厚 H/λ を 0.050 以上で 0.065 以下とし、圧電基板 12 を 52.4° 以上で 58.0° 以下の回転切断角度 θ の回転 Y カット LiTaO₃ 基板とすれば、反共振周波数の入力信号を入力したときに、 S_{11} が 0.90 以上を示し、GHz 帯域の高周波信号における共振特性がより良好になる。

【0049】

また、くし歯状電極部 13, 14 の規格化膜厚 H/λ を 0.050 以上で 0.065 以下とし、圧電基板 12 を、カット角が 50.0° 以上で 59.5° 以下の回転 Y カット LiTaO₃ 基板として、圧電基板の X 軸方向に表面波が伝搬される弾性表面波素子を形成しても、反共振周波数の入力信号を弾性表面波素子に入力したときの S_{11} を 0.88 以上にすることができる。

【0050】

図 3 及び図 4 に、図 1 に示される弾性表面波素子 11 を用いて形成したフィルタの構成例を示す。

【0051】

図 3 において符号 R1、R2、R3 で示すものは、図 1 に示す弾性表面波素子

11を1つの単位として記号化したものである。図3に示すフィルタは、いわゆるT型フィルタであり、3つの弾性表面波素子を接続したものであり、弾性表面波素子R1と弾性表面波素子R2がそれぞれの接続電極部を介して直列接続されており、弾性表面波素子R1の一方の接続電極が入力側端子inとされ、弾性表面波素子R2の一方の接続電極が出力側端子outとされている。弾性表面波素子R3の一方の接続電極は、弾性表面波素子R1と弾性表面波素子R2間に接続されており、もう一方の接続電極は接地されている。

【0052】

図4において符号R4、R5、R6で示されたものも、図1に示される弾性表面波素子11を1つの単位として記号化したものである。図4では、3つの弾性表面波素子のうち、弾性表面波素子R5と弾性表面波素子R6が並列接続されており、弾性表面波素子R5と弾性表面波素子R6の間に弾性表面波素子R4が挿入されている。

【0053】

すなわち、弾性表面波素子R4は一方の接続電極が入力側端子inで、他方の接続電極が出力端子out、弾性表面波素子R5は一方の接続電極が入力側端子inで、他方の接続電極が接地された状態、弾性表面波素子R6は一方の接続電極が出力端子outで、他方の接続電極が接地された状態になっている。図4に示されるフィルタはいわゆる π 型フィルタである。

【0054】

【実施例】

本発明では、弾性表面波素子の共振器特性を反射係数 S_{11} によって評価した。

【0055】

反射係数 S_{11} は、弾性表面波共振器の信号入力電極と接地電極との間に信号を印加したときの入射電圧に対する反射電圧の比で求められ、理想的な共振器の場合、反共振周波数において反射係数 S_{11} は1となる。これは、反共振周波数において、インピーダンスが無限大となり、共振器のQが無限大であることを意味するので、反射係数 S_{11} が1に近づくほど特性の優れた共振器になる。

【0056】

本実施例では、図1に示される形状の弾性表面波素子を形成し、圧電基板の材料となるLiTaO₃単結晶のX軸を中心とするY軸からZ軸方向への回転切断角度（カット角） θ 及びくし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ と、弾性表面波素子の S_{11} 特性との関係を調べた。

【0057】

実験条件を以下に示す。くし歯状電極部のくし歯部の幅寸法 $W1$ 及び反射器の各ストリップの幅寸法 $W2$ ： $W1=W2=0.4\mu\text{m}\sim0.545\mu\text{m}$

くし歯状電極部のくし歯部の間隔寸法 $P1$ 及び反射器の各ストリップの間隔寸法 $P2$ ： $P1=P2=0.4\mu\text{m}\sim0.545\mu\text{m}$

くし歯部13aとくし歯部14aの交差長さ寸法 $L1$ ：
 $L1=40\times(\text{弾性表面波の波長}\lambda)=40\times2\times(W1+P1)$

くし歯状電極部の膜厚及び反射器の各ストリップの膜厚： $H=0.095\mu\text{m}$

くし歯状電極部のくし歯部の本数：200本

反射器のストリップの本数：50本

くし歯状電極部と反射器の間の距離 $L2$ ： $L2=P1=P2=0.4\mu\text{m}\sim0.545\mu\text{m}$

なお、圧電基板の材料はLiTaO₃である。本実施例では、入力周波数を反共振周波数（本実施例では1.7GHz～2.1GHz）にしている。また、くし歯状電極部及び反射器はCu97.0Ag3.0合金によって形成されている。

【0058】

結果を図5に示す。図5をみると、くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ が0.045以上で0.070以下であり、前記圧電基板の材料であるLaTiO₃単結晶のカット角が52.0°以上で58.0°以下のとき、反共振周波数における反射係数 S_{11} が0.88以上になる。

【0059】

すなわち、反共振周波数におけるインピーダンスが大きくなり、Qの高い共振器を形成することができる。従って、急峻な減衰特性を示すフィルタを形成することができる。

【0060】

さらに、くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ が0.050以上で0.065以下であり、圧電基板の材料である LaTiO_3 単結晶のカット角が 52.4° 以上で 58.0° 以下のとき、反共振周波数における S_{11} が0.90以上を示し、GHz帯域の高周波信号における共振特性がより良好になる。

【0061】

または、くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ が0.050以上で0.065以下であり、圧電基板の材料である LaTiO_3 単結晶のカット角 θ が 50.0° 以上で 59.5° 以下の場合にも、反共振周波数における S_{11} を0.88以上にすることができることがわかる。

【0062】

このように、本発明では、圧電基板の材料となる LiTaO_3 単結晶のカット角の値を、特許文献1に好適なカット角として示されている値より大きな値にすることにより、くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ を0.045以上にして弾性表面波素子の挿入損失を低くすることと、 S_{11} 特性を0.88以上にして共振特性を向上させることを両立できる。

【0063】

従って、本発明の弾性表面波素子であれば、GHz帯域の高周波信号において良好な共振特性を確実に発揮することができ、急峻な減衰特性を示すフィルタを形成することができる。

【0064】

以上本発明をその好ましい実施例に関して述べたが、本発明の範囲から逸脱しない範囲で様々な変更を加えることができる。

【0065】

なお、上述した実施例はあくまでも例示であり、本発明の特許請求の範囲を限定するものではない。

【0066】**【発明の効果】**

以上詳細に説明した本発明の弾性表面波素子では、圧電基板のX軸方向に伝搬

される前記表面波の波長を λ (μm)、前記くし歯状電極部の膜厚を H (μm)としたとき、前記くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ を0.045以上で0.070以下とし、前記圧電基板を、 X 軸を中心とする Y 軸から Z 軸方向への回転切断角度 θ が 52.0° 以上で 58.0° 以下である回転 Y カット LiTaO_3 基板とする。これによって、弾性表面波素子の反共振周波数における反射係数 S_{11} を0.88以上にすることができる。

【0067】

本発明では、圧電基板の材料となる LiTaO_3 単結晶のカット角の値と、くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ の値を上記範囲に設定することにより、弾性表面波素子の挿入損失を低くすることと、共振特性を向上させることを両立できる。従って、本発明の弾性表面波素子であれば、 GHz 帯域の高周波信号において良好な共振特性を確実に発揮することができ、急峻な減衰特性を示すフィルタを形成することができる。

【0068】

さらに、くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ を0.050以上で0.065以下とし、圧電基板の材料である LaTiO_3 単結晶のカット角を 52.4° 以上で 58.0° 以下にすると、反共振周波数における S_{11} が0.90以上を示し、 GHz 帯域の高周波信号における共振特性がより良好になる。

【0069】

または、くし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ を0.050以上で0.065以下とし、圧電基板の材料である LaTiO_3 単結晶ののカット角を 50.0° 以上で 59.5° 以下とした場合にも、反共振周波数における S_{11} を0.88以上にすることができる。

【0070】

また、本発明の弾性表面波素子はくし歯状電極部を Cu または Cu 合金を用いて形成している。従って、くし歯状電極部を微細化しても抵抗増加を抑えることができ、また高周波化によって応力が増大した場合でも Cu 原子の移動が発生しづらく、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の弾性表面波素子の実施の形態を示す平面図、

【図 2】

単結晶圧電基板のカット角を説明するための様式図、

【図 3】

本発明の弾性表面波素子を用いて形成した T 型フィルタの等価回路図、

【図 4】

本発明の弾性表面波素子を用いて形成した π 型フィルタの等価回路図、

【図 5】

圧電基板のカット角 θ 及びくし歯状電極部の規格化膜厚 H/λ と弾性表面波素子の S_{11} 特性との関係を示すグラフ、

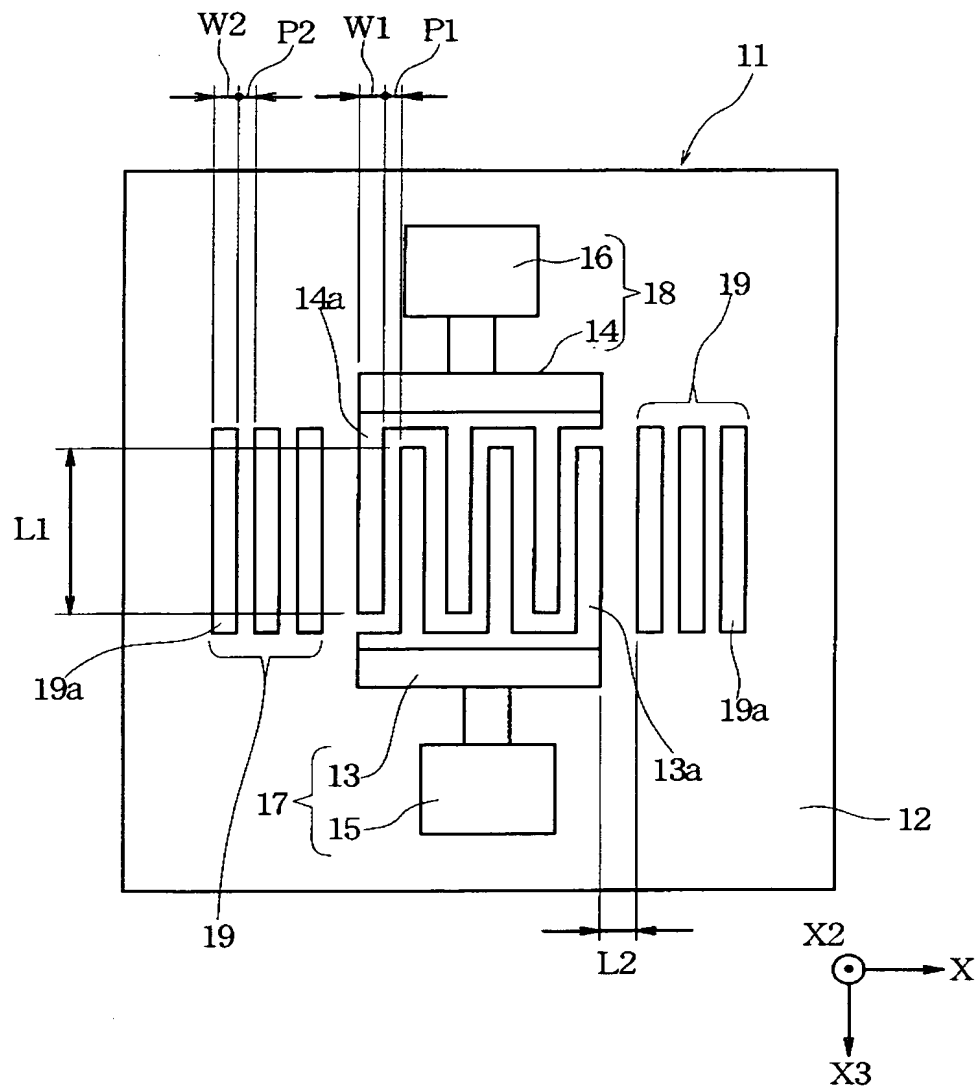
【符号の説明】

- 1 1 弾性表面波素子
- 1 2 圧電基板
- 1 3、1 4 くし歯状電極部
- 1 5、1 6 接続電極部
- 1 7、1 8 電極部
- 1 9 反射器

【書類名】 図面

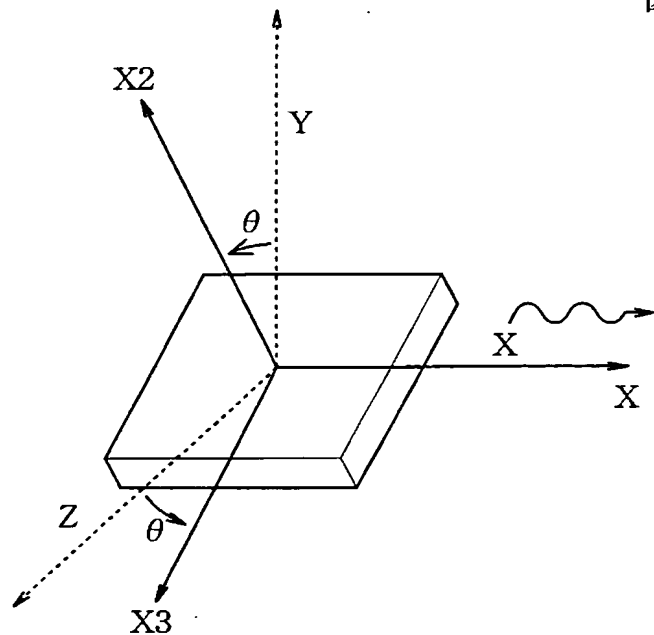
【図 1】

図 1



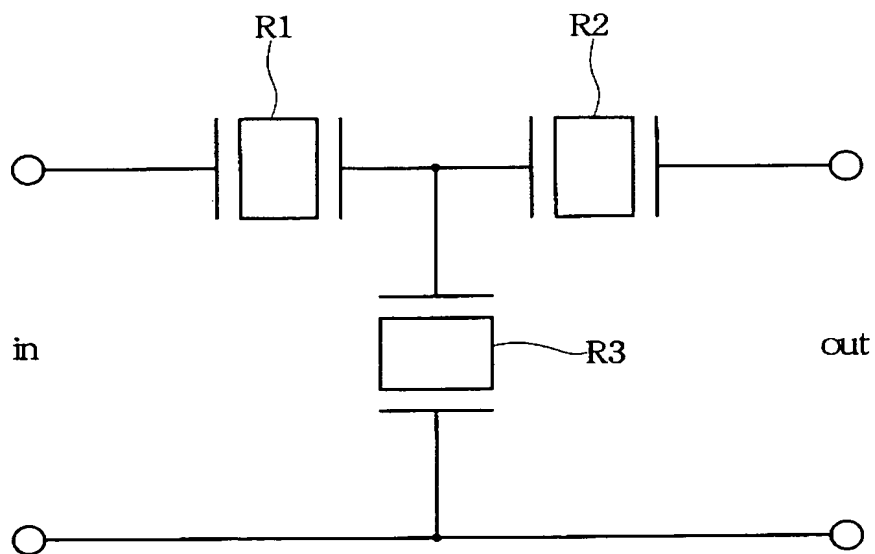
【図 2】

図 2



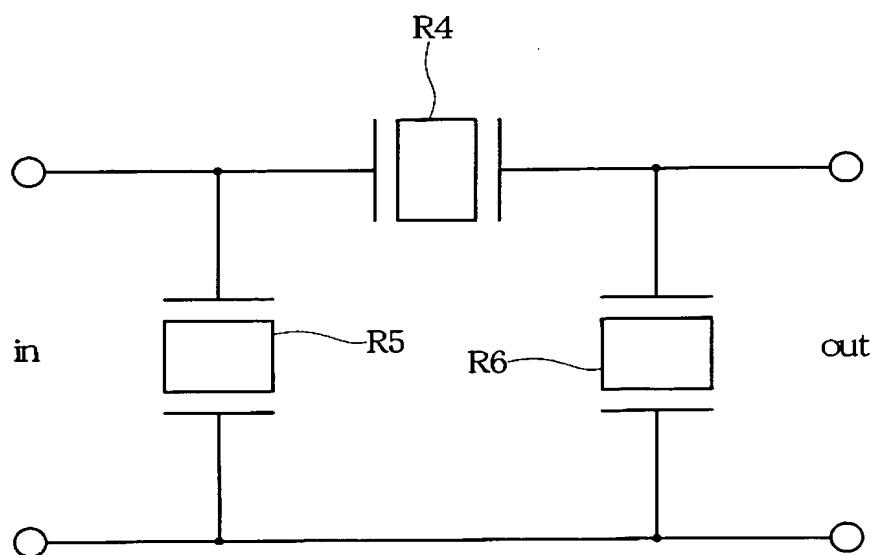
【図 3】

図 3



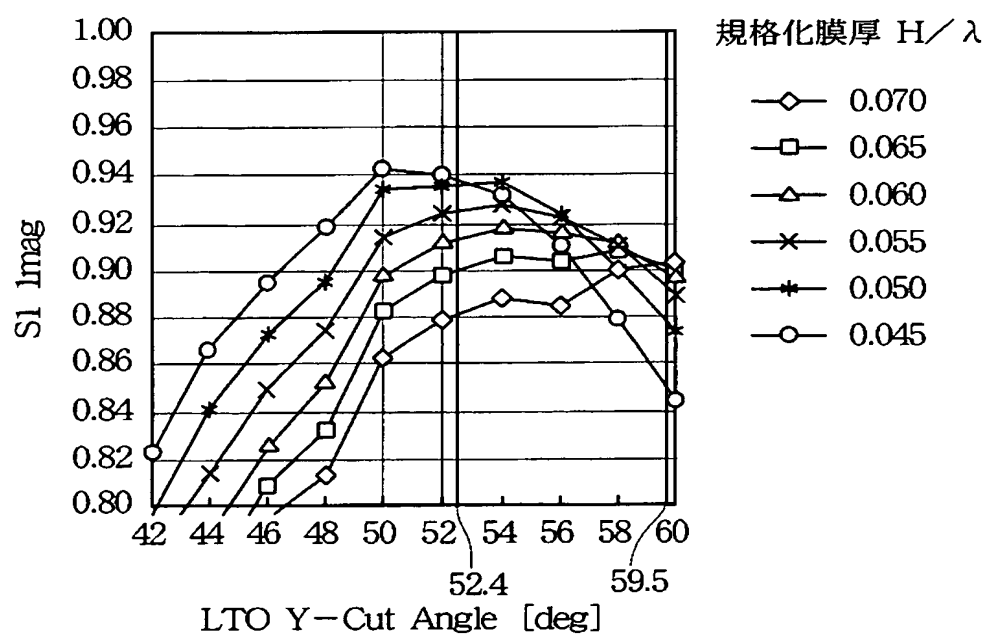
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5




【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 G H z 帯域において、挿入損失が少なく、共振特性が良好な弾性表面波素子を提供する。

【解決手段】 くし歯状電極部 1 3, 1 4 を C u 合金を用いて形成し、圧電基板 1 2 の X 軸方向に伝搬する表面波の波長を λ 、くし歯状電極部 1 3, 1 4 の膜厚を H としたとき、くし歯状電極部 1 3, 1 4 の規格化膜厚 H/λ を 0. 0 4 5 以上で 0. 0 7 0 以下にし、圧電基板 1 2 を X 軸を中心とする Y 軸から Z 軸方向への回転切断角度 θ が、 $52. 0^{\circ}$ 以上で $58. 0^{\circ}$ 以下の回転 Y カット L i T a O₃ 基板とすることにより、反射係数 S_{11} の値を 0. 8 8 以上にする。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 2 - 3 2 7 9 8 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 1 0 0 9 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号

氏 名

アルプス電気株式会社